

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENTAMT(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 3426086 A1

(51) Int. Cl. 4:

C21C 5/52

DE 3426086 A1

(21) Akt. n. Z. Ichen: P 34 26 086.2
 (22) Anmeldetag: 14. 7. 84
 (43) Offenlegungstag: 23. 1. 86

(71) Anmelder:
 Fried. Krupp GmbH, 4300 Essen, DE

(72) Erfinder:
 Jachowski, Johannes, 4100 Duisburg, DE; Pant, Paul,
 Dipl.-Ing., 4300 Essen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Herstellung von metallischem Halbzeug

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von metallischem Halbzeug beschrieben, das aus einer oder mehreren Legierungen besteht und mindestens zwei Zonen mit unterschiedlichem Stickstoffgehalt aufweist. Bei diesem Verfahren wird eine Elektrode, die auch aus mehreren, unterschiedlich zusammengesetzten Teilelektroden bestehen kann, durch Druckelektroschlackeumsmelzen umgeschmolzen, wobei der Umschmelzvorgang in mindestens zwei Stufen erfolgt, in denen der Schmelze jeweils unterschiedlich große Stickstoffmengen in Form von festen Stickstoffdonatoren zugegeben werden, und wobei der durch eine Stickstoff- oder Edelgasatmosphäre erzeugte Druck von Umschmelzstufe zu Umschmelzstufe um einen Betrag von 5 bis 50 bar verändert wird. Als fester Stickstoffdonator wird vorzugsweise Si_3N_4 verwendet.

DE 3426086 A1

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung von metallischem Halbzeug, das aus einer oder mehreren Legierungen besteht und mindestens zwei Zonen mit unterschiedlichem Stickstoffgehalt aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Elektrode, die auch aus mehreren, unterschiedlich zusammengesetzten Teilelektroden bestehen kann, durch Druckelektroschlackeumschmelzen umgeschmolzen wird, wobei der Umschmelzvorgang in mindestens zwei Stufen erfolgt, in denen der Schmelze jeweils unterschiedlich große Stickstoffmengen in Form von festen Stickstoffdonatoren zugegeben werden, und wobei der durch eine Stickstoff- oder Edelgasatmosphäre erzeugte Druck von Umschmelzstufe zu Umschmelzstufe um einen Betrag von 5 bis 50 bar verändert wird.
- 5
- 10
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als fester Stickstoffdonator Si_3N_4 verwendet wird.

FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG
in Essen

Verfahren zur Herstellung von metallischem Halbzeug

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von metallischem Halbzeug, das aus einer oder mehreren Legierungen besteht und mindestens 5 zwei Zonen mit unterschiedlichem Stickstoffgehalt aufweist.

Bauteile, die aus verschiedenen metallischen Werkstoffen bestehen, werden heute so hergestellt, daß unterschiedlich zusammengesetzte metallische Halbzeuge 10 (z. B. Blöcke, Knüppel, Rohlinge aus verschiedenen Legierungen) durch Formgebungsverfahren (z. B. Schmieden) bearbeitet und dann durch fügetechnische Verfahren (z. B. Schweißen, Löten) zusammengefügt werden. Diese Bauteile haben in den einzelnen Zonen unterschiedliche 15 Eigenschaften, da die Zonen entsprechend dem Herstellungsverfahren jeweils von Halbzeugen mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung gebildet werden. Die durch fügetechnische Verfahren hergestellten Bauteile haben allerdings den Nachteil, daß sie mindestens eine 20 herstellungsbedingte Verbundfläche aufweisen, über die jeweils zwei bearbeitete Halbzeugteile miteinander verbunden sind. Diese Verbundflächen wirken aber bei manchen Anwendungsfällen als Schwachstelle.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein 25 Verfahren zur Herstellung von metallischem Halbzeug zu schaffen, das bereits die der jeweiligen Bean-

spruchung angepaßten Zonen mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung besitzt sowie keine störanfälligen Verbundflächen aufweist und das durch Formgebungsverfahren weiterverarbeitet werden kann.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine Elektrode, die auch aus mehreren unterschiedlich zusammengesetzten Teil-elektroden bestehen kann, durch Druckelektroschlacke-10 umschmelzen umgeschmolzen wird, wobei der Umschmelz-vorgang in mindestens zwei Stufen erfolgt, in denen der Schmelze jeweils unterschiedlich große Stickstoff-mengen in Form von festen Stickstoffdonatoren zu-gegeben werden, und wobei der durch eine Stickstoff-15 oder Edelgasatmosphäre erzeugte Druck von Umschmelz-stufe zu Umschmelzstufe um einen Betrag von 5 bis 50 bar verändert wird. Nach der Erfindung ist es also möglich, den Druck von Stufe zu Stufe um den Betrag von 5 bis 50 bar zu erhöhen oder zu senken. Den festen 20 Stickstoffdonatoren können, wie dies beim an sich bekannten Druckelektroschlackeumsmelzverfahren üblich ist, Desoxidationsmittel zugegeben werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann metallisches Halbzeug hergestellt werden, das mehrere Zonen mit unterschiedlichen Eigenschaften aufweist und ein-stückig ist. Als besonders vorteilhaft hat sich er-wiesen, daß der Schmelze in jeder Stufe eine unter-schiedliche Stickstoffmenge zugelegt werden kann. Das Ergebnis dieses stufenweisen Umschmelzvorgangs 25 ist ein Halbzeug, das voneinander klar abgegrenzte Zonen mit unterschiedlichem Stickstoffgehalt aufweist, wobei sich die Übergangsbereiche nicht nachteilig auf 30 die Eigenschaften des Halbzeugs auswirken. Obwohl aus

der DE-OS 29 24 415 ein Verfahren zur Aufstickung von hochlegiertem Stahl bekannt ist, bei dem während des Elektroschlackeumschmelzens des Stahls durch Stickstoff und/oder Argon ein Druck von 1 bis 60 bar aufrechterhalten und der Schlacke während des Umschmelzens ein Desoxidationsmittel sowie ein hochstickstoffhaltiger Stickstoffdonator kontinuierlich zugesetzt wird, konnte nicht erwartet werden, daß die Aufstickung so gelenkt werden kann, daß die durch Druckelektroschlackeumschmelzen hergestellten Halbzeuge mehrere Zonen mit unterschiedlichem Stickstoffgehalt aufweisen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß als fester Stickstoffdonator Si_3N_4 verwendet wird. Diese Maßnahme hat sich besonders bewährt, da sich Si_3N_4 in der beim Elektroschlackeumschmelzen vorhandenen Schlacke gut löst und mit optimaler Geschwindigkeit zersetzt. Als fester Stickstoffdonator kann neben Si_3N_4 auch CrN und MnN verwendet werden.

Der Gegenstand der Erfindung wird nachfolgend anhand von drei Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Beispiel 1

Eine Elektrode, die aus einer Legierung mit der Zusammensetzung 0,05 % C, 13 % Cr und Rest Fe besteht, wird unter einem Stickstoffdruck von 5 bar durch Elektroschlackeumschmelzen zu 1/4 umgeschmolzen, wobei der Schlacke pro kg umgeschmolzenen Materials 4 g Pellets kontinuierlich zugesetzt werden, die aus 80 % Si_3N_4 und 20 % CaSiMg bestehen. Die in der ersten Umschmelzstufe erzeugte Zone des Halbzeugblocks hat einen Stickstoffgehalt von 0,05 %. In

der zweiten Umschmelzstufe wird der Stickstoffdruck auf 40 bar erhöht, und es werden der Schlacke pro kg umgeschmolzenen Materials kontinuierlich 30 g Pellets mit der vorgenannten Zusammensetzung 5 zugegeben. Die in der zweiten Umschmelzstufe erzeugte Zone des Halbzeugblocks hat einen Stickstoffgehalt von 0,5 %. Der Halbzeugblock wird dann durch Warmverformung zu einer Turbinenschaufel für Wasserturbinen verarbeitet. Nach einer Glühbehandlung bei 10 1000 °C und einer Anlaßbehandlung bei 650 °C besitzt die Turbinenschaufel die in Tabelle 1 angegebenen Eigenschaften.

Beispiel 2

Eine Elektrode, die aus einer Legierung mit der 15 Zusammensetzung 0,03 % C, 23 % Cr, 3 % Mn, 4 % Ni, 3 % Mo und Rest Fe besteht, wird in einer Elektroschlackeumschmelzanlage unter Druck umgeschmolzen. In der ersten Umschmelzstufe erfolgt das Umschmelzen 20 der Hälfte der Elektrode bei einem Argondruck von 5 bar, wobei der Schlacke pro kg umgeschmolzenen Materials 7 g Pellets mit der in Beispiel 1 angegebenen Zusammensetzung zugesetzt werden. Die in der ersten Umschmelzstufe erzeugte Zone des Halbzeugblocks hat einen Stickstoffgehalt von 0,1 %. Danach 25 wird der Argondruck auf 36 bar erhöht, und es erfolgt pro kg umgeschmolzenen Materials eine kontinuierliche Zugabe von 50 g Pellets mit der in Beispiel 1 genannten Zusammensetzung. Die in der zweiten Umschmelzstufe erzeugte Zone des Halbzeugblocks hat 30 einen Stickstoffgehalt von 0,8 %. Durch Warmverformung wird der in zwei Stufen umgeschmolzene Halbzeugblock zu einem Bauteil verarbeitet. Nach einer Glühbehandlung bei 1100 °C mit einem anschließenden Abschrecken in Wasser weist das Bauteil die in Tabelle 2 angegebenen

Eigenschaften auf.

Beispiel 3

zwei gegossene Teilelektroden die aus unterschiedlichen Legierungen mit der Zusammensetzung 0,03 % C, 1 % Mn, 13,5 % Cr, 3 % Ni, 3,5 % Mo und Rest Fe (ferritisches Gefüge) sowie 0,03 % C, 18 % Cr, 13 % Ni, 3 % Mo und Rest Fe (austenitisches Gefüge) bestehen, werden durch Schweißen zu einer Elektrode zusammengefügt. Beim Elektroschlackeumschmelzen wird zunächst der austenitische Teil der Elektrode bei einem Stickstoffdruck von 5 bar umgeschmolzen, wobei der Schlacke pro kg umgeschmolzenen Materials 7 g Pellets mit der in Beispiel 1 angegebenen Zusammensetzung zugesetzt werden. Die in der ersten Umschmelzstufe erzeugte Zone des Halbzeugblocks hat einen Stickstoffgehalt von 0,1 %. In der zweiten Umschmelzstufe wird der ferritische Teil der Elektrode bei einem Argondruck von 40 bar umgeschmolzen, wobei der Schlacke pro kg umgeschmolzenen Materials 30 g Pellets mit der im Beispiel 1 angegebenen Zusammensetzung zugesetzt werden. Die in der zweiten Umschmelzstufe erzeugte Zone des Halbzeugblocks hat einen Stickstoffgehalt von 0,5 %. Der Halbzeugblock wird anschließend durch Warmverformung zu einem Bauteil verarbeitet. Nach einer Glühbehandlung bei 1050 °C mit einem anschließenden Abschrecken in Wasser weist das Bauteil die in Tabelle 3 angegebenen Eigenschaften auf.

Bei den angegebenen Prozentzahlen handelt es sich um Gew.-%. Die in den Tabellen verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

$R_{p0,2}$ = Streckgrenze

A_5 = Dehnung

R_m = Zugfestigkeit

Z = Einschnürung

a_K = Kerbschlagzähigkeit

Das Druckelektroschlackeumschmelzen wird bei 1,5 bis 100 bar durchgeführt und die dabei verwendete Schlacke hat folgende Zusammensetzung:

5 30 bis 70 % CaF_2 , 20 bis 40 % CaO , 0 bis 30 % Al_2O_3 , 0 bis 10 % SiO_2 .

Tabelle 1

Prüftemperatur 20 °C				
Zone	$R_{p0,2}$ N/mm ²	R_m N/mm ²	A_5 %	bes. Eigenschaften
N-Gehalt 0,5 %	850	1050	17	hochfest, kavitations-beständig, spannungs-riß-korrosionsbeständig
N-Gehalt 0,05 %	300	600	20	gut spanend bearbeitbar, gut schweißbar

Tabelle 2

Zone	Gefüge	Prüftemperatur 20 °C					Schweißeignung
		$R_{p0,2}$ N/mm ²	R_m N/mm ²	A ₅ %	Z %	a_K J	
N-Gehalt 0,8 %	Austenit	610	980	50	70	200	nur bedingt gegeben
N-Gehalt 0,1 %	80 % Ferrit Rest Austenit	420	730	32	60	80	sehr gut

10.

Tabelle 3

Zone	Gefüge	Prüftemperatur					
		20 °C		600 °C		$R_{p0,2}$ N/mm ²	Z %
N-Gehalt 0,5 %	Zwischen- Stufenge- füge	$R_{p0,2}$ N/mm ²	R_m N/mm ²	A_5 %	Z %		
		650	1300	15	35	400	650
N-Gehalt 0,1 %	Austenit	300	640	48	73	135	460
						64	45

10

THIS PAGE BLANK (USPTO)